

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
B23C 5/20

(45) 공고일자 2004년03월18일
(11) 등록번호 10-0407899
(24) 등록일자 2003년11월20일

(21) 출원번호	10-1996-0028436	(65) 공개번호	10-1997-0005471
(22) 출원일자	1996년07월13일	(43) 공개일자	1997년02월19일

(30) 우선권주장 9502640-7 1995년07월14일 스웨덴(SE)

(73) 특허권자 산드빅 악티에볼라그
스웨덴 에스-811 81 산드비肯

(72) 발명자 브조른 르중베르그
스웨덴 에스-122 44 엔스케데 쿨스퇴타르배겐 96

레이프 아케손
스웨덴 에스-125 51 앤브스죄 바르가르드스배겐 24

(74) 대리인 장수길

심사관 : 권인섭

(54) 코팅된 절삭삽입체

요약

본 발명은 코팅된 절삭 공구 (초경합금 삽입체) 특히 저합금강의 단속 절삭용으로 사용 가능한 것에 관한 것이다. 상기 삽입체는 고 W-합금 Co-결합제 층 및 주상 결정을 갖는 $TiCxNyOz$ 최내층 및 미세 결정의 집합 조직으로 된 α - Al_2O_3 층을 포함하는 WC-Co-계 초경합금 본체를 갖는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 코팅된 삽입체를 5000배로 확대한 현미경 사진.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

A : 초경합금 본체

B : 등축 결정을 갖는 $TiCxNyOz$ 층

C : 주상 결정을 갖는 $TiCxNyOz$ 층

D : 등축 또는 침상 결정을 갖는 $TiCxNyOz$ 층

E : 주상 결정을 갖는 직조상(textured) α - Al_2O_3 층

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 코팅된 절삭 공구(초경합금 삽입체) 특히 저합금강에서 단속 절삭용으로 사용 가능한 것에 관한 것이다. 저합금강은, 일반적으로, 코팅되거나 또는 코팅되지 않은 초경합금 공구를 사용해서 가공하기 어려운 재료이다. 작업 재료가 절삭 모서리에 의해 마찰되어 코팅이 박리되는 일이 종종 발생한다. 습한 조건(냉각제 사용)에서 간헐적 가공이 이 뿐만 아니라 절삭 조건은 특히 어렵다.

저합금강을 코팅된 초경합금 공구로 가공할 때 절삭 모서리는 화학적 마모, 마찰 마모 및 소위 접착 마모에 의해서 마모된다. 접착 마모는 일반적으로 공구의 수명을 제한하는 마모이다. 접착 마모는 충돌의 조각이나 개별 입자 및 나아가서 초경합금의 조각들이 형성된 작업물 침에 의해서 절삭 모서리로부터 연속적으로 당겨지게 될 때 발생한다. 또한 습식 절삭이 사용될 때 또 다른 마모 기구에 의해서 마모가 가속될 수도 있다. 냉각제 및 작업물 재료는 코팅의 냉각 크랙 내로 침투할 수 있다. 상기 침투는 작업물 재료와 냉각제 사이와 초경합금과의 화학 반응이 일어나게 할 수도 있다. Co-결합체 층은 크랙 근처의 영역 및 코팅된 곳과 초경합금 사이의 계면을 따라 산화될 수도 있다. 어느 정도의 시간이 지난 후에는 코팅된 부분들이 조금씩 손실된다.

하기의 특성들, 즉 고 W-합금 접합체 층, 주상 $TiC_xN_yO_z$ 층, 접합조직 $\alpha-Al_2O_3$ 층, 습식 블라스팅 또는 브러싱에 의한 코팅 표면 처리를 조합함으로써 저합금강 절삭용으로 뛰어난 절삭 공구가 얻어질 수 있음을 알게 되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명에 따르는 절삭 공구에는 5 내지 11 wt% Co, 적합하게는 5 내지 8 wt% Co, 10 wt% 보다 작고, 적합하게는 1.5 내지 7.5 wt%의 금속 Ti, Ta 및/또는 Nb의 큐빅 카바이드 및 잔류량(balance) WC의 조성을 갖는 초경합금 본체가 제공된다. WC의 결정 크기는 1 내지 $3\mu m$ 이고, 적합하게는 약 $2\mu m$ 이다. Co-결합체 층은 W와 강하게 합금된다. 접합체 층에서의 W의 양은,

$$CW \text{ 비} = Ms / (\text{wt\% Co} \cdot 0.0161)$$

(Ms는 초경합금 본체의 측정된 포화 자화, wt% Co는 초경합금에서의 Co의 중량 %)

로 표현될 수 있다. CW 값은 Co 접합체 층에서의 W의 함량의 함수이다. 낮은 CW 값은 접합체 층에서의 높은 W-함량에 대응한다.

본 발명에 따르는 초경합금 본체는 0.76 내지 0.93의 CW 비, 적합하게는 0.80 내지 0.90의 CW 비를 갖는다면 개선된 절삭 성능이 얻어진다는 것을 알 수 있다. 초경합금 본체는 어떠한 유해한 효과 없이도 1 체적% 미만의 양의 ϵ -상(M_6C)을 함유할 수 있다. 적합한 실시예에서, 큐빅 카바이드가 고갈되고 접합체 층에서 풍부한 얇은 표면(약 15 내지 $35\mu m$) 영역은 미합중국 특허 제4,610,931호에서 개시된 바와 같이 종래 기술에 따라서 존재할 수 있다. 이러한 경우, 초경합금은 침탄질화물 또는 질화물을 포함할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

코팅은 다음의 것을 포함한다.

- 두께가 0.1 내지 $2\mu m$ 이고, 크기 $0.5\mu m$ 미만의 등축 결정을 가지며, $x+y+z=1$ 이고, 적합하게는 $z<0.5$ 인 $TiC_xN_yO_z$ 제1층(최내층),
- 두께가 2 내지 $15\mu m$, 적합하게는 5 내지 $8\mu m$ 이고, 지름이 약 $5\mu m$ 미만, 적합하게는 $2\mu m$ 미만인 주상 결정을 가지며, $x+y+z=1$ 이고, 적합하게는 $z=0$, $x>0.3$, $y>0.3$ 인 $TiC_xN_yO_z$ 제2층,
- 최내층과 동일하거나 다른 층으로써, $x+y+z=1$ 이며 $z<0.5$ 이고, 적합하게는 $z>0.1$ 이며, 두께가 0.1 내지 $2\mu m$ 이고, 결정 크기 $0.5\mu m$ 이하인 등축 또는 침상 결정을 갖는 $TiC_xN_yO_z$ 제3층,
- 두께가 2 내지 $10\mu m$ 이고, 적합하게는 3 내지 $6\mu m$ 이며, 표면 거칠기 R_{max} 가 $10\mu m$ 의 길이에 대해서 $0.4\mu m$ 이하이고, 매끄럽고 직조된(textured) 미세 결정(결정 크기는 약 0.5 내지 $2\mu m$)으로 된 $\alpha-Al_2O_3$ 제4층을 포함하며, 적합하게는 상기 $\alpha-Al_2O_3$ 층은 최외층이지만 예를 들어 TiN과 같은 얇은(약 0.1 내지 $1\mu m$) 장식층과 같은 또 다른 층이 올 수도 있다.

또한, 상기 $\alpha-Al_2O_3$ 층은 X-ray 회절(XRD) 측정에 의해서 측정되는 것으로서, 방향이 (104)-, (012)- 또는 (110)- 방향, 적합하게는 (012)- 방향인 적합한 결정 성장 방향을 가질 수도 있다. 조직 계수, TC는 아래와 같이 정의될 수 있는데,

[수학식]

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{Io(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum \frac{I(hkl)}{Io(hkl)} \right\}^{-1}$$

$I(hkl)$ = 측정된 (hkl) 반사 강도

$Io(hkl)$ = ASTM 표준 분말 패턴 회절 데이터의 표준 강도

본 발명에 따라서 (012), (104) 또는 (110) 결정면 세트에 대한 TC는 1.3보다 크고 적합하게는 1.5보다 크다. 본 발명의 방법에 따라서, 상술한 바에 따르는 CW비를 갖는 높은 W합금 접합제 층을 갖는 WC-Co계 초경합금 본체는 하기의 것으로 도포된다.

- 공지된 CVD법을 사용하여 형성된 것으로, 두께 0.1 내지 $2\mu\text{m}$, 결정 크기 $0.5\mu\text{m}$ 미만의 등축 결정을 가지며, $x+y+z=1$ 이고, 적합하게는 z가 0.5미만의 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 제1층(최내층).
 - 적합하게는 MTCVD기술에 의해서 부착되는 것으로(700 내지 900°C 의 온도 범위에서 층상을 형성하기 위해서 탄소 및 질소 원료로서 아세토니트릴을 사용), 두께는 2 내지 $15\mu\text{m}$, 적합하게는 5 내지 $8\mu\text{m}$ 이고, 지름이 약 $5\mu\text{m}$ 미만, 적합하게는 $2\mu\text{m}$ 미만인 주상 결정을 가지며, $x+y+z=1$ 이고, 적합하게는 $z=0$, $x>0.3$ 및 $y>0.3$ 인 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 제2층. (단, 정확한 조건은 사용되는 장비의 설계에 어느 정도 의존한다.)
 - 최내층과 동일하거나 다른 층으로써, 공지된 CVD법을 사용하여 형성된 것으로, 두께 0.1 내지 $2\mu\text{m}$, 결정 크기 $0.5\mu\text{m}$ 이하인 등축 또는 침상 결정을 갖는 것으로, $x+y+z=1$ 이며 $z\leq0.5$ 이고, 적합하게는 $z>0.1$ 인 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 제3층.
 - 스웨덴 왕국 특허 제 501 527호 또는 스웨덴 왕국 특허 출원 제9304283-6호 또는 제9400089-0호에 따라서, 두께 2 내지 $10\mu\text{m}$, 적합하게는 3 내지 $6\mu\text{m}$, 표면 거칠기 R_{max} 가 $10\mu\text{m}$ 길이에 대해서 $0.4\mu\text{m}$ 미만, 매끄럽고 직조된 미세 결정(결정 크기 약 0.5 내지 $2\mu\text{m}$) $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 제4층(최외층). 매끄러운 코팅 표면은 미세 결정(400 내지 450 메쉬)으로 된 산화 알루미늄 분말로 코팅 표면을 점진적 습식 블라스팅을 하거나 스웨덴 왕국 특허 출원 제9402543-4호에 개시된 바와 같이 예를 들어 SiC에 기초한 브러쉬로 모서리를 브러싱하여 얻어질 수 있다.
- z 가 0보다 큰 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 층을 원할 때에는, 반응 가스 혼합물에 CO_2 및/또는 CO 가 첨가된다.

발명의 효과

(실시예 1)

A. 0.88의 CW비에 일치하도록 고 W-합금된 접합제 층을 가지며, 7.5 wt% Co, 1.8wt% TiC, 0.5 wt% TiN, 3.0 wt % TaC, 0.4 wt% NbC 및 잔량 WC의 조성으로 된 CNMG 120408-SM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 MTC VD 기법을 사용해서 $0.5\mu\text{m}$ 의 등축 TiCN 층과 그 아래에 주상 결정을 갖는 $7\mu\text{m}$ 두께의 TiCN 층으로 코팅되어 있다. 동일한 코팅 사이클 동안의 계속되는 처리 단계에서, 등축 결정을 갖는 $1\mu\text{m}$ 두께의 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 층(약 $x=0.6$, $y=0.2$, $z=0.2$)이 부착되고 그 다음에 스웨덴 왕국 특허 제 501 527호에 주어진 조건에 따라서 $4\mu\text{m}$ 두께의 (012) 직조된 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층의 두꺼운 층이 침착된다. XRD 측정은 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층에 대한 1.6의 조직 계수 TC(102)를 도시하고 있다. 초경합금 본체는 큐빅 카바이드로부터 고갈된 $25\mu\text{m}$ 두께의 표면 영역을 갖는다.

B. A와 같은 일단으로부터 CNMG 120408-SM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 MTCVD 기법(처리 온도 850°C 및 탄소/질소 원료로서 CH_3CN 을 사용)을 사용해서 $0.5\mu\text{m}$ 의 등축 TiCN 층과 그 아래에 주상 결정을 갖는 $7\mu\text{m}$ 두께의 TiCN 층으로 코팅되어 있다. 동일한 코팅 사이클 동안의 계속되는 처리 단계에서, 등축 결정을 갖는 $1\mu\text{m}$ 두께의 $\text{TiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 층(약 $x=0.6$, $y=0.2$, $z=0.2$)이 부착되고 그 다음에 스웨덴 왕국 특허 출원 제9400089-0호에 주어진 조건에 따라서 $4\mu\text{m}$ 두께의 (104)-직조된 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층의 두꺼운 층이 침착된다. XRD 측정은 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층에 대한 1.6의 조직 계수 TC(102)를 도시하고 있다. 초경합금 본체는 큐빅 카바이드로부터 고갈된 $25\mu\text{m}$ 두께의 표면 영역을 갖는다.

C. 6.5 wt% Co, 8.8wt% 큐빅 카바이드(3.3 wt% TiC, 3.4 wt% TaC, 2.1 wt% NbC) 및 잔량 WC의 조성의 조성을 갖는 CNMG 120408-SM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 A에 제시한 과정에 따라서 코팅된다. 상기 초경합금은 1.0 XRD 측정된 CW비가 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층에 대해 1.5의 조직 계수 TC(012)를 보여주게 한다.

D. A와 동일한 일단으로부터 CNMG 120408-SM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 종래 기술에 따라서 $6\mu\text{m}$ 의 등축 TiCN 층과 그 아래에 $4\mu\text{m}$ 두께의 Al_2O_3 층으로 코팅되어 있다. XRD 분석은 Al_2O_3 층이 대략 30/70의 비율로 α 및 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층의 혼합물을 포함하고 있음을 보여주고 있다.

E. C.)와 같은 일괄 처리로 초경합금 절삭 공구 삽입체가 D.)에 제시한 절차에 따라서 코팅되어 있다. XRD 분석은 Al_2O_3 층이 대략 20/80의 비율로 α 및 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층의 혼합물을 포함하고 있음을 보여주고 있다.

절삭 시험을 수행하기 전에, A.) 내지 E.)에서의 모든 삽입체는 코팅 표면을 매끄럽게 하기 위해서 산화 알루미늄-물슬러리를 사용해서 습식 블라스팅된다.

상기 삽입체는 단속 세로 회전 작업에서 시험된다. 작업물 재료는 외경 190mm 이고 내경 30mm 인 22mm 두께의 링 모양을 갖는 저합금 저탄소강(SCr420H)이다. 링 두께에 대한 각각의 세로 통로는 각각 1mm 당 22 내절삭으로 구성되어 있다. 박리가 발생할 때까지 링 두께에 대한 통로의 수는 각각의 변형에 대해서 기록된다.

	변수	모서리 박리 전 통과 횟수
A	본 발명에 따르는 고 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/012- α -Al ₂ O ₃	165
B	본 발명에 따르는 고 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/104- α -Al ₂ O ₃	117
C	저 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/012- α -Al ₂ O ₃ (비교값)	60
D	고 W-합금된 초경합금 본체 등축 코팅/ α + κ -Al ₂ O ₃ (비교값)	15
E	저 W-합금된 초경합금 본체 등축 코팅/ α + κ -Al ₂ O ₃ (비교값)	15

(실시예 2)

F.) 0.83의 CW비에 일치하도록 고 W-합금된 접합제 층을 가지며, 7.5 wt% Co, 2.3 wt% TiC, 3.0 wt% TaC, 0.4 wt% NbC 및 잔량 WC의 조성으로 된 CNMG 120408-QM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 MTCVD 기법을 사용해서(처리 온도 850°C 및 탄소/질소 원료로서 CH₃ CN을 사용) 0.5μm의 등축 TiCN 층과 그 아래에 주상 결정을 갖는 7μm 두께의 TiCN 층으로 코팅되어 있다. 동일한 코팅 사이클 동안 계속되는 처리 단계에서, 등축 결정을 갖는 1μm 두께의 TiC_xN_yO_z 층(약 x=0.6, y=0.2, z=0.2)이 침착되고 그 아래에 스웨덴 왕국 특허 제 501 527호에 주어진 조건에 따라서 (012)-직조된 두꺼운 4μm 두께의 α -Al₂O₃ 층이 침착된다. 초경합금 본체는 표면 근처에 큐빅 카바이드가 고갈된 영역을 갖지 않는다(실시예 1의 A에서의 삽입체와 같이).

G.) 5.5 wt% Co, 4.4wt% 큐빅 카바이드(2.6 wt% TiC, 3.5 wt% TaC, 2.3 wt% NbC) 및 잔량 WC의 조성을 갖는 C NMG 12040-QM 스타일의 초경합금 절삭 공구 삽입체가 D.)에 제시된 과정에 따라서 코팅된다. 상기 초경합금은 0.

98 CW비를 갖는다. XRD 분석은 Al₂O₃ 층이 α + κ -Al₂O₃ 가 대략 25/75의 혼합물로 구성된 것을 보여준다. H.) G.)와 동일한 처리에 의한 초경합금 절삭 공구 삽입체가 A.)에 제시한 절차에 따라서 코팅되어 있다. XRD 측정은 조직 계수 TC(012)가 1.6임을 보여주고 있다.

모든 삽입체 F.) 내지 G.)는 절삭 모서리를 따라서 코팅 표면을 매끄럽게 하기 위해서 브러쉬되고 예1에 제시한 방법에 따라서 시험된다.

	변수	모서리 박리 전 통과 횟수
F	본 발명에 따르는 고 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/012- α -Al ₂ O ₃	150
G	고 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/ α + κ -Al ₂ O ₃ (비교값)	15
H	저 W-합금된 초경합금 본체 주상 코팅/012- α -Al ₂ O ₃ (비교값)	60

(57) 청구의 범위

청구항 1.

초경합금 본체 및 코팅을 포함하는 저합금강 가공용 절삭 삽입체에 있어서, 상기 초경합금 본체는 WC, 5 내지 11 wt% Co, 주기율표 IVb, Vb 또는 VIb족의 금속으로 된 0 내지 10 wt%의 큐빅 카바이드 및 0.76 내지 0.93의 CW 비를 갖는 고 W-합금 접합제 층을 포함하며, 상기 코팅은

- x+y+z=1, 두께 0.1 내지 2μm, 및 결정 크기 0.5μm 미만의 등축 결정을 갖는 TiC_xN_yO_z 제1층(최내층), -

- x+y+z=1, 두께 2 내지 15μm, 지름이 약 5μm미만인 주상 결정을 갖는 TiC_xN_yO_z 층,

- x+y+z=1, z<=0.5, 두께 0.1 내지 2μm, 결정 크기 0.5μm 이하인 등축 또는 침상 결정을 갖는 TiC_xN_yO_z 층,

- 두께 2 내지 10μm, 매끄러운 직조된 미세 결정(0.5 내지 2μm)으로 된 α -Al₂O₃ 층의 외층을 포함하는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 삽입체.

청구항 2.

제1항에 있어서, α -Al₂O₃ 층이 (012)-방향의 조직을 가지며 1.3보다 큰 조직 계수 TC(012)를 갖는 것을 특징으

청구항 3.

제1항에 있어서, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층이 (104)-방향의 조직을 가지며 1.3보다 큰 조직 계수 TC(104)를 갖는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 삽입체.

청구항 4.

제1항에 있어서, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층이 (110)-방향의 조직을 가지며 1.3보다 큰 조직 계수 TC(110)를 갖는 것을 특징으로 하는 절삭 공구 삽입체.

청구항 5.

상기 항 중 어느 한 항에 있어서, 최외곽 코팅이 0.1 내지 $1\mu\text{m}$ 의 얇은 TiN 층인 것을 특징으로 하는 절삭 공구 삽입체.

청구항 6.

초경합금 본체 및 코팅을 포함하는 절삭 삽입체를 제조하는 방법에 있어서, WC-Co계 초경합금 본체가,

- 공지된 CVD법을 사용하여 형성된 것으로, $x+y+z=1$ 이고, 결정 크기 $0.5\mu\text{m}$ 미만의 등축 결정을 가지며, 두께 0.1 내지 $2\mu\text{m}$ 인 $\text{TiC}_{x}\text{N}_{y}\text{O}_{z}$ 제1층(최내층),

- 850 내지 900°C 의 온도 범위에서 층상을 형성하기 위해서 탄소 및 질소 원료로서 아세토니트릴을 사용하여, MTC VD기술에 의해서 부착되는 것으로, $x+y+z=1$ 이고, 두께 2 내지 $15\mu\text{m}$, 지름이 약 $5\mu\text{m}$ 미만인 주상 결정을 갖는 $\text{TiC}_{x}\text{N}_{y}\text{O}_{z}$ 층,

- 공지된 CVD법을 사용하여 형성된 것으로, $x+y+z=1$, $z<0.5$ 이고, 두께 0.1 내지 $2\mu\text{m}$, 결정 크기 $0.5\mu\text{m}$ 이하인 등축 또는 침상 결정을 갖는 $\text{TiC}_{x}\text{N}_{y}\text{O}_{z}$ 층.

- 두께 2 내지 $10\mu\text{m}$ 이고, (012)-, (104)- 또는 (110)-방향으로 직조된 매끄러운 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 층의 외부 층으로 코팅되는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

도면 1

